

目 录

目 录	1
摘 要	2
1.移动机器人技术发展概况.....	3
1.1 机器人研究意义及应用领域	3
1.1.1 机器人的研究意义	3
1.1.2 机器人的应用领域	3
1.2 移动机器人的发展概况	3
1.2.1 移动机器人的国内发展概况	3
1.2.2 移动机器人的国外发展概况	3
2.轮式移动机器人的结构设计.....	3
2.1 移动机器人的系统结构	3
2.2 轮式移动机器人主要结构	3
3.轮式移动机器人的控制系统.....	3
3.1 控制系统硬件选型与配置	3
3.1.1 驱动电机的选型	3
3.1.2 伺服电机的选型	3
3.1.3 轮毂电机的选型	3
3.2 轮式移动机器人控制系统框架	3
4.结论和总结.....	3
致 谢	3
参考文献	3
附 录	3

摘 要

移动机器人是机器人家族中的一个重要的分支，也是进一步扩展机器人应用领域的重要研究发展方向。自上世纪九十年代以来，人们广泛开展了对机器人移动功能的研制和开发，为适应各种工作环境的不同要求而开发出各种移动机构。

论文内容包括四个部分：简要介绍了移动机器人研究现状、对所设计移动机器人系统进行了描述、视觉导航轮式移动机器人底层硬件设计和视觉轮式移动机器人的底层控制。

论文详细地介绍了移动机器人底层硬件系统元件的选型和原理电路图的设计。我们选用PIC16F877单片机作为下位机接收上位机传来的命令和产生驱动信号。步进电机的驱动电路采用两个步进电机驱动器-L298，驱动程序写入PIC16F877单片机，通过程序控制步进电机的转速和转向。采用Proteus设计了底层控制系统的原理图和PCB版图，采用Proteus进行程序和硬件系统的仿真。仿真结果表明：步进电机运行稳定、可靠性高，实现了对步进电机的预期控制。

关键词：移动机器人；运动控制；PIC16F877；步进电机

1. 移动机器人技术发展概况

1.1 机器人研究意义及应用领域

1.1.1 机器人的研究意义

人们对于未知的探索总是充满危险，而且人类的研究活动领域已由陆地扩展到海底和空间，所以机器人的产生解决人类这一大难题。利用移动机器人进行空间探测和开发，已成为 21 世纪世界各主要科技发达国家开发空间资源的主要手段之一。研究和发展月球探测移动机器人技术，对包括移动机器人在内的相关前沿技术的研究将产生巨大的推动作用。

移动机器人是一种能够通过传感器感知外界环境和自身状态，实现在有障碍物的环境中面向目标的自主运动，从而完成一定作业功能的机器人系统。本课题选用轮式作为机器人平台设计研究^[1]，两轮式机器人在国内外还处于刚刚起步阶段，其前景广阔，适用性较广，在教学、科研、野外作业、民用运输方面有着广泛的应用前景，在反恐及其它尖端领域具有重大的应用价值。已经初步做出了简单的实验模型，解决了轮式机器人的传动机构难题。该轮式机器人运动响应迅速，具有高机动的零半径转向能力，并且在运动过程中不存在失稳状态。摄像头的密封式结构可以将内部器件密封保护起来，免受外界环境的影响，非常适合在潮湿、多尘土、多辐射或有毒的环境中执行任务。

1.1.2 机器人的应用领域

从最早出现的机器人到现在涌现出的形态各异的移动小车，其移动机构的形式层出不穷，以美国、俄罗斯、法国和日本为首的西方发达国家已经研制出了多种复杂奇特的三维移动机构，有的已经进入了实用化和商业化阶段。面对 21 世纪深空探测的挑战，对各种自主系统的研制是必须的，而移动机构又是各种自主系统的最基本和最关键的环节。这些应用范围包括工业生产、海空探索、康复和军事等。此外，机器人已逐渐在医院、家庭和一些服务行业获得应用。根据其功能可分为以下几个功能：工业机器人、探索机器人、服务机器人、军事机器人。制造工业部门应用机器人的主要目的在于削减人员编制和提高产品质量。与传统的机器相比，它具有两个主要优点：1. 生产过程的几乎完全自动化；2. 生产设备的高度适应能力。现在工业机器人主要用于汽车工业、机电工业（包括电讯工业）、通用机械工业、建筑业、金属加工、铸造以及其它重型工业和轻工业部门。在农业方面，已把机器人用于水果和蔬菜嫁接、收获、检验与分类，剪羊毛和挤牛奶等。这是一个潜在的产业机器人应用领域。机器人除了在工农业上广泛

应用之外,还用于进行探索,即在恶劣或不适于人类工作的环境中执行任务。研制其用来为病人看病、护理病人和协助病残人员康复的机器人能够极大地改善伤残疾病人员的状态^[2],以及改善瘫痪者(包括下肢及四肢瘫痪者)和被截肢者的生活条件。地面军用机器人分为两类:一类是智能机器人,包括自主和半自主车辆;另一类是遥控机器人,即各种用途的遥控无人驾驶车辆。美国海军有一个独立的水下机器人分队,这支由精锐人员和水下机器人组成的分队,可以在全世界海域进行搜索、定位、援救和回收工作。水下机器人在美国海军中的另一个主要用途是扫雷,如 MINS 水下机器人系统,它可以用来发现、分类、排除水下残物及系留的水雷。

1.2 移动机器人的发展概况

1.2.1 移动机器人的国内发展概况

机器人在我国已被广泛地用于生产和生活的许多领域,按其拥有智能的水平可以分为三个层次。一是工业机器人,它只能死板地按照人给它规定的程序工作,不管外界条件有何变化,自己都不能对程序也就是对所做的工作作相应的调整。如果要改变机器人所做的工作,必须由人对程序作相应的改变,因此它是毫无智能的。二是初级智能机器人,它和工业机器人不一样,具有象人那样的感受,识别,推理和判断能力,可以根据外界条件的变化,在一定范围内自行修改程序,也就是它能适应外界条件变化对自己怎样作相应调整。不过,修改程序的原则由人预先给以规定。这种初级智能机器人已拥有一定的智能,虽然还没有自动规划能力,但这种初级智能机器人也开始走向成熟,达到实用水平。三是高级智能机器人,它和初级智能机器人一样,具有感觉,识别,推理和判断能力,同样可以根据外界条件的变化,在一定范围内自行修改程序。所不同的是,修改程序的原则不是由人规定的,而是机器人自己通过学习,总结经验来获得修改程序的原则。所以它的智能高出初级智能机器人。这种机器人已拥有一定的自动规划能力,能够自己安排自己的工作。这种机器人可以不要人的照料,完全独立的工作,故称为高级自律机器人。这种机器人也开始走向实用。

1.2.2 移动机器人的国外发展概况

轮式移动机构具有运动速度快、能量利用率高、结构简单、控制方便和能借鉴至今已很成熟的汽车技术等优点,只是越野性能不太强。但随着各种各样的车

轮底盘的出现，如日本 NASDA 的六轮柔性底盘月球漫游车 LRTV，俄罗斯 TRANSMASH 的六轮三体柔性框架移动机器人 Marsokohod，美国 CMU 的六轮三体柔性机器人 Robby 系列以及美国 JPL 的六轮摇臂悬吊式行星漫游车 Rocky 系列，已使轮式机器人越野能力大大增加，可以和腿式机器人相媲美。于是人们对机器人机构研究的重心也随之转移到轮式机构上来，特别是最近日本开发出一种结构独特的五点支撑悬吊结构 Micros，其卓越的越野能力较腿式机器人有过之而不及。

轮式结构按轮的数量分可分为二轮机构、三轮机构、四轮机构、六轮以及多轮机构。二轮移动机构的结构非常简单，但是在静止和低速时非常不稳定。三轮机构的特点是机构组成容易，旋转中心是在连接两驱动轮的直线上，可以实现零回转半径。四轮机构的运动特性基本上与三轮机构相同，由于增加了一个支撑轮，运动更加平稳。以上几种轮式移动机构的共同特点是它们所有的轮子在行驶过程中，只能固定在一个平面上，不能作上下调整，因此，地面适用能力差。一般的六轮机构主要就是为了提高移动机器人的地面适应能力而在其结构上作了改进，增加了摇臂结构，使得机器人在行驶过程中，其轮子可以根据地形高低作上下调整，从而提高了移动机器人的越野能力。

欧盟在 2000—2004 年启动的信息社会技术计划中开展了探测火山环境的机器人、用来评估地振危险性的爬行机器人 (ROBOSENSE)、借助机器人的交互式博物馆临场感 (TOURBOT) 等项目研究。在火山爆发的发作阶段观测和测量火山活动的相关变量最有意义，但对研究人员也是最危险的时刻。在 1993 年的一次火山口考察中，8 名火山研究人员遇难。ROBOVOLC 将开发和测试一个自动化机器人系统，在火山环境下进行探测与测量，可以帮助科学家远离危险环境进行分析研究。ROBOSENSE 将开发一台能够携带探伤仪器的移动机器人，对地振造成的建筑物结构性损害进行检测。TOURBOT 的目标是发一个交互式导游机器人，通过因特网实现个性化的临场感，同时 TOURBOT 能够在现场引导参观游客。此外欧盟还开展了移动机器人应用于人道主义排雷等研究。法国国家科学研究中心) 于 2001 年中期，提出了一项有关机器人技术的大型国家计划，称作“机器人与人工体”。这项跨学科的计划涵盖了机器人学中信息科学与技术方面的主要研究领域。Robe 计划对“感知器执行器”与认知功能进行跨学科的研究。实现这些功能在智能系统内的集成，能够在开放的、变化的环境中自主完成各种任务，实现智能机器人与人交互、通过学习改进其行为的功能。具体开展了移动式操作手，移动机器人视觉定位，行星机器人 1 以及多移动机器人协作等研究。

前苏联曾经在移动机器人技术方面居于世界领先的地位，Lunokhod-1 是最早登上月球的遥控式移动机器人。俄罗斯作为前苏联的继承者，在机器人技术领域依然具有当雄厚的技术基础，ROVER 科技有限公司 (Rover Science & Technology

Joint-stock Company Ltd., RCL)把在开发空间机器人中获得的经验应用于开发地面机器人系统,如极坐标平面移动车、爬行移动机器人、球形机器人、工作伙伴平台以及 ROSA-2 移动车等。日本经济产业省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)1998 年开始启动了人形机器人技术研究计划(HRP)。在这一年,日本本田(Honda)公司展出了人形移动机器人的一个主要目标就是开发一个开放体系结构的人形机器人平台(简称 OpenHRP),用来探索人形机器人的各种应用。METI 从 2002 年又启动了一项国家项目——“21 世纪机器人挑战”,其中一个三年的子项目是开发应用于机器人开放式结构的中间件)。中间件能够对市场上销售的各种机器人零件实现标准化,并且能够更加容易地对这些零件进行系统集成。更长远的预期在于到 2009 年,实现机器人商品化(Commercialize),将机器人的应用领域扩展到家庭(Home),医疗服务(Medical care)、灾害救助(Disaster relief)。日本科技署(Japan Science and Technology Agency, JST)于 2002 年 10 月启动了一项 5 年期限的项目,用于开发人道主义排雷的机器人技术,日本产业界已开发出能实际应用的排雷机器人,并送往柬埔寨进行现场试验。此外,日本也一直进行着有关月球探测的研究,计划于 2015-2020 年在月球上建立一个小型基地,与该计划相应的行星漫游车研究也很活跃。

韩国科学技术部(Ministry of Science and Technology, MOST)于 1999 年启动的“21 世纪尖端研究发展计划”(21st Century Frontier R&D Program),包括了服务机器人、恶劣环境中的机器人、微型机器人以及排雷机器人项目韩国信息与通讯部(Ministry of Information and Communication, MIC)发布了旨在促进 IT 增长的 9 个优先发展领域(Top 9 IT Growth Sectors),其中智能化的服务机器人被列为首位。

美国在行星移动机器人以及军用移动机器人的研究与应用方面投入了大量资金与科研力量。如:美国 NASA 支持的火星探测计划、美国国防部支持的无人战车研究计划 UGV(Unmanned Ground Vehicle)美国能源部的核废料等危险品搜集、搬运自主车研究计划等项目,吸收 JPL, MIT AI Lab. CMU Robotics Institute、Georgia Tech Mobile Robot Lab, Naval Warfare Systems Center of San Diego 以 Stanford Robotics Institute 等许多知名大学与研究所的科研人员参与。最近的突出成果是 2003 年发射的火星漫游机器人——“勇气”号与“机遇”号,它们的顶部装有全景照相机及具有红外探测能力的微型热辐射分光计,携带多种分析仪器对火星岩石纹理及其成分进行探测。。

2. 轮式移动机器人的结构设计

现在主流的移动方式基本是轮式，腿式，和履带式，但由于其各有各的优点与缺点，现在的科学家越来越追求综合性能的提高。轮式移动机构具有运动速度快、能量利用率高、结构简单、控制方便和能借鉴至今已很成熟的汽车技术等优点。

2.1 移动机器人的系统结构

整体车身结构是本小型轮式智能移动机器人所采用得。车身通过轴与前后四个车轮连接，使车身及承载物的重量能被四个车轮平均承受，再平均分配给每个车轮，从而使各车轮的受力均衡，提高整个车辆的承载能力。机器人的主要运动结构为前后四个车轮及其相关机构。前车轮为万向轮，后车轮连接电机，可以分别实现转向和滚动。四个车轮的接地点呈矩形分布，使车身具有一定的稳定性。各个车轮各自通过一根轴跟车身相连，通过简单的机构传动，可以使车实现协调的运动。在车体上设有中央控制单元，实现对电机的运行控制。控制模式考虑采用自主导航和远距离控制相结合的模式。车上设有传感系统、导航系统、控制系统，机器人本身具有一定自主导航能力，可以实现自动避障。机器人自带蓄电池等能源设备，可以在一定时间段内实现能源的自动供给，保证机器人在失去外部电源的情况下能自动返回出发地。

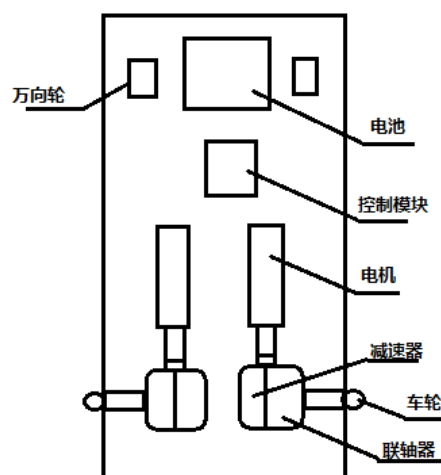


图 2-1 系统结构原理图

2.2 轮式移动机器人主要结构

车轮 一般来说，机器人越重，要求车轮的结构越坚固。 小于2磅的轻型机器人，可以使用软性泡沫塑料车轮。 由于机器人的重量轻，软性材料的变形还不至于太严重，而且 能在摩擦力很小时工作良好。超过 2磅机器人，需要选用 质地更为坚硬的材料做车轮，不充气的中空橡胶轮胎能够在 6—10磅下工作。超过 10 磅，就要考虑实心橡胶轮胎或者充 气轮胎。而类似割草机的车轮，不管是实心的还是充气的，在 机器人的重量接近 40磅的场合都可以成为选择的方案。机器人超过40磅时，可以考虑试用诸如小型机车车轮、手推车轮，或者其他相似的高效率的充气轮胎。按照车辆理论的分析，车轮的直径增大可以明显提高机器人的越障能力。但是，车轮直径变大的同时，车轮表面所受的电机转矩却会下降。根据车辆地面力学理论，刚性车轮的宽度越宽，车轮的土壤沉陷量越小，土壤的压实阻力也就越小。不过，车轮变宽后，机器人的转向阻力也会变大。另外，增加车轮的直径比增加车轮宽度对减小压实阻力更为有效。因此，必须根据实际情况设定车轮直径和宽度，不能盲目加大车轮直径和宽度。如图2-2所示。

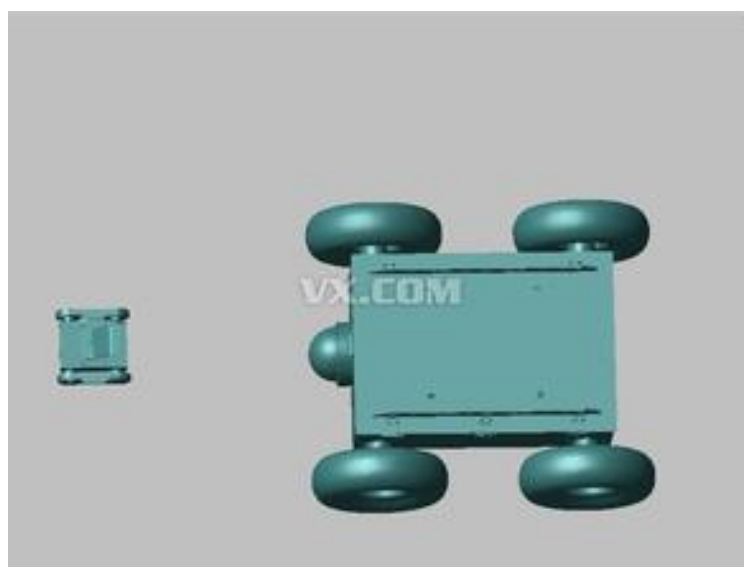


图 2-2 车轮示意

2、摄像头：摄像头对于基于视觉导航的机器人来说是至关重要的。它要根据系统要求准确地分辨目标物（调色板），尽量降低误判，漏判的机率，并有一定的抗干扰能力。能对目标物定位，为机器人的运动控制提供参照物、障碍物的位置信息，并能满足精度要求。满足系统实时性的要求。机器人摄像机每秒钟要从比赛场地上摄取30帧图像数据，如果视觉子系统达不到实时的要求，则系统所处理的前后两帧图像数据差异太大，不仅影响识别跟踪的顺利完成，而且也使动作表现为反应迟钝，所以视觉子系统的实时性越好，则系统反应越快。如图2-3所示。



图 2-3 机器人摄像头

3、万向轮：万向轮能够在许多不同的方向移动，左右车轮的小光盘将全力推出，但也将极大的方便横向滑动。这是一个建立完整的驱动器的方法。全轮可以像一个正常的车轮或使用滚轮的辊侧向滚动。其胶辊提供了极大的扣人心弦。它适用於在使用机器人，手推车，转移输送机，货运车，行李。全方位车轮将提供完善的性能，当集成与传统的车轮。例如，您可以使用两种传统的车轮中心车轴和四个全方位前轴和后轴车轮，以建立一个六轮车辆。全方位轮移动和旋转，这是很容易的方向控制和跟踪，并尽可能快地转动。全方位轮无需润滑或现场维护和安装选项是非常简单和稳定。全方位轮通常可以大致可以分为 2 种类型：一类是单盘的全方位轮，一个是双排的全方位轮。单盘全方位轮的被动辊的单盘，而双板的全方位轮被动辊有两个板块是相互尊重，旋转稍。相比单盘的全方位轮，双板的全方位轮滚筒之间没有死区的优势。如图 2-4 所示。



图 2-4 万向轮

3. 轮式移动机器人的控制系统

移动机器人的运动控制系统是机器人系统的执行机构,对系统精确地完成各项任务起着重要作用,有时也可作为一个简单的控制器。构成机器人运动控制系统的要素有:计算机硬件系统及控制软件、输入/输出设备、驱动器、传感器系统。

3.1 控制系统硬件选型与配置

3.1.1 驱动电机的选型

步进电机是数字控制电机,它将脉冲信号转变成角位移,即给一个脉冲信号,步进电机就转动一个角度,因此非常适合于单片机控制。步进电机可分为反应式步进电机(简称 VR)、永磁式步进电机(简称 PM)和混合式步进电机(简称 HB)。

步进电机区别于其他控制电机的最大特点是,它是通过输入脉冲信号来进行控制的,即电机的总转动角度由输入脉冲数决定,而电机的转速由脉冲信号频率决定。步进电机的驱动电路根据控制信号工作,控制信号由单片机产生。其基本原理作用如下:

(1) 控制换相顺序

通电换相这一过程称为脉冲分配。例如:三相步进电机的三拍工作方式,其各相通电顺序为 A-B-C-D,通电控制脉冲必须严格按照这一顺序分别控制 A, B, C, D 相的通断。

(2) 控制步进电机的转向

如果给定工作方式正序换相通电,步进电机正转,如果按反序通电换相,则电机就反转。

(3) 控制步进电机的速度

如果给步进电机发一个控制脉冲,它就转一步,再发一个脉冲,它会再转一步。两个脉冲的间隔越短,步进电机就转得越快。调整单片机发出的脉冲频率,就可以对步进电机进行调速。

步进电机是依靠有序的步进脉冲运动的,利用单片机控制步进电机运动是非常适合的。整个系统包含 PIC16F877, 步进电机驱动器 L298 和步进电机。本设计是单片机控制两台步进电机。PIC16f877 单片机的作用是接受命令,完成相应的功能,并作为脉冲逻辑分配器,输出步进电机所需要的时序脉冲。步进电机可以向任意方向旋转和停止,实现了所谓“位置控制”的动作。每个输入脉冲决定了步进电机转动的角度。步进电机只是根据输入脉冲数旋转和停止,适合于位置控制,把运动所必需的脉冲数,以动作所需要的速度输入给电机,就能够正确的控制位置而运动。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/567121141122010005>